



Giovana Carneiro

O tratamento da má oclusão classe II com alinhadores: revisão de literatura

CURITIBA
2024

Giovana Carneiro

O tratamento da má oclusão classe II com alinhadores: revisão de literatura

Monografia apresentada a Faculdade ILAPEO
como parte dos requisitos para obtenção de título
de Especialista em Odontologia com área de
concentração em Ortodontia.

Orientadora: Prof. Dra. Ricarda Duarte

CURITIBA
2024

Giovana Carneiro

O tratamento da má oclusão classe II com alinhadores: revisão de
literatura

Presidente da Banca Orientador(a): Prof(a). Dra. Ricarda Duarte

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Dr(a). Ana Cláudia M.
MeloProf. Dr. Siddhartha U. Silva

Aprovada em: 14/05/2024

Agradecimentos

Gratidão primeiramente a Deus por ter me dado forças até aqui, e iluminado meu caminho, aos meus amados pais, Tatiani e Alaor, por todo apoio, pela força ao longo desse caminho. Meus maiores incentivadores e a quem devo tudo que sou.

Gratidão aos meus amigos que me acompanharam desde o primeiro dia, os quais convivi intensamente durante os últimos anos, pelo companheirismo e pela troca de experiências que me permitiram crescer não só como pessoa, mas também como profissional, tornando os dias mais alegres e menos cinzentos.

Agradecimento à ILAPEO, essencial no meu processo de formação profissional, pela dedicação, e por tudo o que aprendi ao longo dos anos do curso, à professora Ricarda por me auxiliar nesse trabalho. Agradecimento aos professores que foram fundamentais nesse processo de formação profissional, grata por todos os conselhos, pela ajuda e pela paciência com a qual guiaram o meu aprendizado e aos funcionários que fazem parte do nosso dia a dia e ajudam a que tudo funcione da melhor maneira.

E por fim sou grata a cada paciente que atendi nas clínicas da ILAPEO, por todos terem me ensinado um pouco a cada atendimento.

Sumário

1. Artigo científico.....	6
---------------------------	---

1. Artigo científico

Submissão do artigo para o Periódico: exemplo: **Orthoscience**

O tratamento da má oclusão Classe II com alinhadores, revisão deliteratura

Giovana Carneiro ¹
Ricarda Duarte²

1 Estudante do curso de especialização ortodontia ILAPEO.

2 Professor do curso de especialização em Ortodontia ILAPEO, especialista em Ortodontia e Ortopediafacial UEL/PR, especialista em Harmonização Orofacial CFO, Mestre em Ortodontia, Doutor em Odontologia Legal USP/SP.

RESUMO

Os alinhadores transparentes (AT) têm ganhado destaque devido à sua estética e conforto para o tratamento da má oclusão de Classe II. Esta revisão aborda a eficácia dos alinhadores na correção da Classe II, destacando sua precisão variável em diferentes movimentos dentários. Embora apresentem resultados promissores, especialmente em pacientes sem extração, há desafios em casos mais complexos a necessidade de mais estudos para validar sua eficácia em comparação com aparelhos fixos. Os AT mostraram que o movimento mais preciso foi a constrição lingual (47%) e os movimentos menos precisos foram a extrusão incisiva (18%) e a rotação do canino mandibular (28%). Conclui-se que, embora os alinhadores ofereçam uma opção discreta e confortável para a correção da Classe II, a escolha entre alinhadores e aparelhos fixos deve ser feita com base nas necessidades específicas de cada paciente e na gravidade da má oclusão.

Palavras-chave: Alinhadores transparentes, biomecânica, Classe II de Angle; Má oclusão.

ABSTRACT

Clear aligners (AT) have been gaining prominence due to their aesthetics and comfort for treating Class II malocclusion. This review addresses the efficacy of aligners in correcting Class II, highlighting their variable precision in different dental movements. Although they show promising results, especially in non-extraction patients, there are challenges in more complex cases and a need for more studies to validate their efficacy compared to fixed appliances. The AT demonstrated that the most precise movement was lingual constriction (47%) and the least precise movements were incisal extrusion (18%) and mandibular canine rotation (28%). It is concluded that, although aligners offer a discreet and comfortable option for correcting Class II, the choice between aligners and fixed appliances should be made based on the specific needs of each patient and the severity of the malocclusion.

Keywords: Clear Aligners; Biomechanics; Angle Class II; Malocclusion.

INTRODUÇÃO

A prevalência significativa da má oclusão de Classe II na população em geral a

posiciona como uma das irregularidades oclusais mais comuns. Essa condição é caracterizada pelo desalinhamento ou desequilíbrio entre os arcos dentários superior e inferior, podendo resultar de alterações tanto dentárias quanto esqueléticas. [1]

Diversas opções terapêuticas estão disponíveis para abordar a má oclusão de Classe II e a escolha do método apropriado depende de vários fatores, como a gravidade da má oclusão, a idade do paciente, a consideração da estética facial e a colaboração do paciente no tratamento, além da habilidade e experiência do profissional. [2] Dentre as diversas modalidades de aparelhos ortodônticos disponíveis na ortodontia contemporânea, os alinhadores transparentes podem ser empregados para corrigir a má oclusão de Classe II, visando o movimento sequencial de distalização dos dentes posteriores superiores. [3] Devido à busca por estética [4] e conforto [5] há uma demanda crescente dos pacientes por esses alinhadores transparentes, os quais são oferecidos como opção de tratamento pelos profissionais.

Os alinhadores são confeccionados conforme o planejamento estabelecido pelo ortodontista, sendo desenvolvidos a partir de uma imagem digital em 3D do arco dentário [6]. A introdução da terapia com alinhadores transparentes ampliou as opções disponíveis para ortodontistas, oferecendo uma abordagem mais discreta e amigável ao paciente. [7] Alguns mecanismos podem ser usados para corrigir a Classe II como a retração dos incisivos superiores, controle de ancoragem através da colocação de attachments [8], elásticos ou outras mecânicas auxiliares para facilitar alterações na dimensão vertical e promover uma relação mais favorável. [7]

Com o exposto, o objetivo desse trabalho é apresentar uma revisão de literatura sobre o tratamento da má oclusão da Classe II com alinhadores ortodônticos.

REVISÃO DE LITERATURA

Realizou-se uma busca sistemática na literatura odontológica abrangendo artigos publicados, com o propósito de identificar todos os artigos potencialmente pertinentes à revisão em questão, com as palavras chaves “Extrusion”, “Clear Aligners”, e “Tooth movement”, publicados entre 2005 e 2024, nas bases de dados PubMed e google scholar.

Má oclusão de Classe II

A má oclusão Classe II pode ter origem em discrepâncias esqueléticas, dentárias ou em ambas. O diagnóstico é de extrema importância para o resultado do tratamento. A má oclusão de Classe II esquelética é caracterizada por uma discrepância no desenvolvimento e/ou posição dos ossos maxilares e mandibulares, resultando em um retrognatismo mandibular ou prognatismo maxilar. [9] Essa condição esquelética pode ser determinada por uma análise cefalométrica, onde o ângulo ANB (formado pelos pontos A, Nasio e B) é frequentemente utilizado como indicador chave. Um ângulo ANB aumentado sugere que a mandíbula está posicionada mais para trás em relação à maxila, contribuindo para a aparência de um perfil facial convexo. A compreensão dessa relação esquelética é crucial, pois direciona o plano de tratamento ortodôntico ou ortopédico, podendo incluir o uso de aparelhos funcionais para estimular o avanço mandibular ou limitar o crescimento maxilar, com o objetivo de melhorar a harmonia facial e a função oclusal. [10] Por outro lado, a má oclusão de Classe II dentária refere-se especificamente à relação inadequada entre os dentes superiores e inferiores, onde os primeiros molares superiores estão posicionados mesialmente em relação aos primeiros molares inferiores, e os incisivos superiores apresentam uma sobressaliência em relação aos incisivos inferiores. Essa condição pode ocorrer independentemente das relações esqueléticas subjacentes e é frequentemente associada a

uma sobremordida horizontal aumentada, ou overjet, e a uma sobremordida vertical, overbite, profunda. [11] O tratamento da má oclusão de Classe II dentária pode envolver técnicas ortodônticas que visam realinhar os dentes a uma posição mais funcional e esteticamente agradável, utilizando aparelhos fixos ou removíveis, incluindo alinhadores transparentes, que são escolhidos com base nas necessidades específicas do paciente e na severidade da má oclusão. [12-14]

Alinhadores na dentição mista para Classe II

A intervenção ortodôntica durante a dentição mista apresenta oportunidades únicas para influenciar o desenvolvimento oclusal, particularmente no tratamento de discrepâncias de Classe II. A utilização de alinhadores na dentição mista para a correção da Classe II é um tema de relevante interesse na ortodontia contemporânea, dado que a fase de transição dentária pode ser ideal para a manipulação de padrões de crescimento e para a obtenção de melhorias estéticas e funcionais. A estratégia de tratamento durante esse período deve ser meticulosamente planejada, considerando a dinâmica de erupção dentária, o potencial de crescimento remanescente e a cooperação do paciente pediátrico. [15]

De acordo com Blevins, a correção de maloclusões de Classe II mostra uma alta taxa de previsibilidade em termos de resultados de tratamento. Para melhorar a eficácia do tratamento, a inclusão de acessórios adicionais, como botões para elásticos pode ser benéfica no auxílio do movimento de avanço mandibular. [16] Blevins também destaca o uso bem-sucedido de um regime de tratamento com alinhadores transparentes (AT), especificamente o sistema Invisalign First, aplicado a um caso de Classe II divisão 1. Durante um período de 9 meses, com substituições de alinhadores a cada 3 a 5 dias, foi observada uma melhora notável na posição mandibular e na redução da sobremordida. Isso foi alcançado principalmente pela rotação do primeiro molar superior e pela inclinação dos incisivos, [16] contudo, esse estudo

não mencionou tratamentos específicos para a correção de mordida cruzada posterior, mordida aberta e diastemas de grau leve a moderado. No entanto, estudos reconhecem a viabilidade desses tratamentos em suas publicações científicas e realçam a importância de uma intervenção precoce e um manejo adequado na Fase I do tratamento ortodôntico, que pode criar condições favoráveis para o desenvolvimento dos dentes permanentes e, por conseguinte, simplificar a Fase II do tratamento. Além disso, esse manejo precoce estabelece expectativas realistas para o paciente em relação ao tratamento ortodôntico. [17-19]

Ainda, em 2019, foi lançado pela Invisalign e desenvolvido pela Align Technology™, os denominados *precision wings*, os quais poderiam alinhar os dentes enquanto reposicionam a mandíbula para a frente com uma "braçadeira de asa de precisão", como um aparelho análogo ao Herbst ou Forsus. Os *precision wings* parecem ser eficazes no tratamento de maloclusões de classe II com retrusão mandibular. [20] Assim como os aparelhos funcionais, a correção das relações de oclusão combina efeitos esqueléticos e dentários, e um estudo mostrou que as mudanças esqueléticas podem ser mínimas. [21]

Alinhadores para Classe II em pacientes sem extração

Entre as diversas modalidades de aparelhos ortodônticos disponíveis na ortodontia contemporânea, os AT podem ser considerados para corrigir a má oclusão de Classe II em adultos, com o movimento sequencial de distalização dos dentes posteriores maxilares. Os resultados do primeiro estudo clínico prospectivo sobre AT conduzido para avaliar sua eficácia mostraram que o movimento mais preciso foi a constrição lingual (47%) e os movimentos menos precisos foram a extrusão incisiva (18%) e a rotação do canino mandibular (28%), e a precisão média geral do AT foi de 41%. [22]. Um estudo posterior relatou 50% de melhora geral desses movimentos. [23] Outros relatos clínicos e estudos

conseguiram corrigir com sucesso a má oclusão de Classe II em pacientes adultos com AT Invisalign sem extrações; no entanto, tais estudos foram limitados a poucos pacientes. Simon et al. analisaram 30 pacientes e descobriram que 88% de precisão foi alcançada na correção do movimento corpo-distal dos molares maxilares, comparando as posições no início e no final do tratamento. Outros estudos avaliaram a eficácia dos movimentos incisivos, caninos e pré-molares com Invisalign e descobriram que os movimentos menos precisos foram a intrusão incisiva mandibular e a rotação dos caninos maxilares, pré-molares mandibulares e caninos mandibulares. [24] Um estudo com 20 pacientes descobriu que os AT Invisalign promoveram a distalização dos molares maxilares em até 2-3 mm em pacientes sem crescimento e não causaram inclinação significativa vertical e mesiodistal. [14] [25] E em um estudo retrospectivo publicado em 2022, encontrou resultados similares para a distalização dos molares superiores (2-3mm). [26]

Em um outro estudo que analisou movimentos dentários na correção da Classe II comparando com aparelho fixo, no movimento de translação coroa, a diferença na média do movimento dentário foi de cerca de 0,5 mm, sendo o AT aproximadamente 50% tão eficaz quanto o tratamento com aparelho fixo. No movimento de inclinação mesiodistal, a diferença foi de aproximadamente 1,5 mm, 3,0 mm e 4,5 mm para o incisivo central, incisivo lateral e canino, respectivamente, com o AT apresentando cerca de 30% da eficácia dos aparelhos fixos. [27] Em outro estudo retrospectivo analisando os resultados oclusais de 40 pacientes adultos usando a classificação da American Board of Orthodontics (ABO), novos problemas foram encontrados durante a correção da má oclusão de Classe II com AT Invisalign, como mordida aberta posterior, o que desencadeou a necessidade de refinamentos. [26] Problemas esses que podem ser amenizados com o uso de acessórios como mini-implantes, botões e elásticos. [28]

Alinhadores para Classe II em pacientes com extração

Atualmente, para o manejo da má oclusão e estética facial, a proporção de casos que requerem extração chegou a 30%. [29] Para permitir que esses pacientes se beneficiem do tratamento com AT várias estratégias foram adotadas para compensar as deficiências mecânicas de retenção, por exemplo, adicionando uma sobre correção extra à posição alvo, projetando acessórios específicos para melhorar o desempenho retentivo, e usando um braço de força longo para retrair os dentes anteriores. [6, 30] Notavelmente, todas essas estratégias ortodônticas devem ser baseadas em planos estabelecidos de controle de ancoragem. Portanto, investigar as características biomecânicas de diferentes controles de ancoragem estabeleceria a base para explorar mais estratégias para casos de extração. [31] O controle de ancoragem é afetado não apenas pela forma de controle, mas também pela morfologia dentária da maxila. [32] Os mini-implantes são amplamente utilizados como dispositivos de ancoragem temporária (TAD) e podem ser excelentes dispositivos no auxílio da mecânica. No tratamento com AT, existem dois métodos comuns de controle de ancoragem assistidos por TAD: ancoragem direta forte (os dentes anteriores são retraídos por elásticos) e ancoragem indireta forte (os segundos pré- molares são fixados por ligação metálica. [32]

Estudos anteriores analisaram os diferentes efeitos biomecânicos dos AT no fechamento do espaço de extração maxilar entre diferentes tipos de ancoragem e forneceram insights sobre estratégias de compensação. Ao mesmo tempo, a morfologia dentária, a diferença de ancoragem anterior-posterior e a forma do arco dentário podem ser fatores importantes que causam diferenças distintas de ancoragem bimaxilar. [33, 34] A literatura até o momento carece de mais estudos clínicos sobre o índice de sucesso tratamento da Classe II com extração e AT.

Um estudo relatou que em casos de extração do primeiro pré-molar tratados com AT,

o controle de ancoragem do primeiro molar e a retração do incisivo central não foram totalmente alcançados conforme previsto. A idade, o tipo de *attachment* e o apinhamento inicial influenciaram as diferenças entre o movimento dentário previsto e o alcançado. Dispositivos de ancoragem auxiliar, designs de *attachments*, principalmente retangular, além de sobrecorreções no *software*, devem ser considerados para ajudar a alcançar as mudanças previstas. [35]

Em um outro estudo, em casos de extração de pré-molares tratados com AT, é relatado que tendem a ocorrer os seguintes movimentos dentários indesejados: movimento mesial, inclinação mesial e intrusão dos primeiros molares; inclinação distal, inclinação lingual e rotação distal dos caninos; inclinação lingual e extrusão dos incisivos. Portanto, sobrecorreções no *software* e estagiamento dos movimentos são indicados para eliminar esses movimentos dentários indesejados. A idade (adolescente versus adulto), apinhamento, mini-implantes, sobremordida, sobressaliência e *attachments* tiveram efeitos diferenciados nos movimentos dentários reais do fechamento do espaço de extração. Ainda relatam que os caninos são dentes de ancoragem importantes necessários para alcançar o controle de torque e o controle vertical dos incisivos. Assim, os autores sugerem que os *attachments* retangulares verticais em caninos são superiores aos *attachments* otimizados no controle da raiz de caninos em casos de extração. [28]

DISCUSSÃO

A adoção de AT para o tratamento de maloclusões de Classe II tem gerado um debate contemporâneo significativo dentro da comunidade ortodôntica. Blevins relata altas taxas de previsibilidade no uso de AT específicos para o tratamento da Classe II, uma descoberta que reforça a crescente confiança na capacidade destes dispositivos de corrigir eficazmente tais

maloclusões. [16] Essa revisão de literatura destaca a inclusão de acessórios, como botões para elásticos e precision wings, que melhoram a capacidade dos AT de corrigir retrognatismos mandibulares, um marco notável na prática ortodôntica.

Esta abordagem inovadora, apesar de se desviar das técnicas ortodônticas convencionais, mostra resultados promissores, indicando uma nova era de tratamentos personalizados e menos invasivos.

Estudos reconhecem a viabilidade dos AT para tratar essas condições, mas a cautela ainda prevalece na comunidade científica, evidenciando a necessidade de mais ensaios clínicos e estudos longitudinais que possam validar essas aplicações.[2, 19] A intervenção ortodôntica precoce durante a dentição mista, é enfatizada como um método de abordar eficazmente as maloclusões de Classe II. [3, 18] Tal intervenção não só prepara o terreno para um desenvolvimento dental favorável, mas também alinha as expectativas dos pacientes quanto ao tratamento subsequente. Esta estratégia proativa permite abordar as discrepâncias esqueléticas e dentárias de forma integrada, resultando em uma Fase II de tratamento potencialmente menos complexa e mais eficiente.

Em um estudo de 2009 realizado por Kravitz et al., a precisão média dos movimentos dentários com AT foi de 41%. [17] O movimento mais preciso identificado foi a constrição lingual, enquanto os movimentos menos precisos foram a extrusão do incisivo e a rotação do canino mandibular. Contudo, um estudo atualizado do mesmo time de pesquisa demonstrou que esse número melhorou em até 50%. [7] A precisão mais alta foi observada no movimento de inclinação coronária-vestibular (56%), o que faz sentido, já que os AT se adaptam bem nessa direção e possuem uma maior área de superfície. Acredita-se que a maior precisão no movimento de inclinação vestibular dos incisivos possa ser devida ao material dos AT mais flexível, e ao uso de dispositivos auxiliares, como attachment e elásticos intermaxilares,

aplicados em 71% dos casos analisados. [7] Contudo, em relação a tratamento de classe II, os segundos molares apresentaram dificuldades na inclinação vestibular (36%), provavelmente devido ao menor engajamento do alinhador na coroa mais curta desse dente terminal e às forças diminuídas exercidas pelo alinhador no último dente da sequência. Os movimentos menos precisos foram as rotações (46%), sendo particularmente desafiadores para caninos, pré-molares e molares, mesmo com as características SmartTrack que posicionam automaticamente os attachments otimizados para rotações maiores que 5°, os dentes arredondados ainda tiveram dificuldade em aderir aos AT. [20, 29] Apesar da baixa precisão geral para rotação, a melhoria desta para os incisivos e caninos superiores é vista como positiva. Foi interessante notar que a direção da rotação influenciou a precisão no canino superior, onde a rotação para distal (37%) foi significativamente menos precisa do que para mesial (52%), que o desgaste interproximal (IPR) melhorou a precisão da rotação do dente canino e teorizaram que o contato interproximal era um fator determinante para a não aderência e isso pode ser explicado como a maior área de contato distal e os desafios mecânicos de realizar IPR na face distal do canino superior. [22, 23, 27, 36]

A discussão contemporânea também se inclina para a consideração do impacto biomecânico dos AT e do seu desempenho no contexto de um controle de ancoragem eficiente. Estudos como os de Liu et al. e outros analisaram as nuances da retenção e movimento dentário oferecido por esses dispositivos, com ênfase no uso de mini-implantes como dispositivos de ancoragem temporária. [34] Estas considerações biomecânicas fornecem uma compreensão aprofundada que é vital para aprimorar estratégias de tratamento e prever resultados oclusais mais favoráveis. Consequentemente, a integração de AT em protocolos de tratamento ortodôntico exige uma apreciação holística das características individuais do paciente e das complexidades do caso. A perspectiva promissora oferecida por estudos iniciais precisa ser

equilibrada com um rigoroso escrutínio clínico e uma aderência aos princípios ortodônticos fundamentais. [19] O uso de AT na dentição mista para Classe II ilustra bem a convergência da inovação tecnológica com a prática clínica ortodôntica, abrindo caminho para tratamentos mais personalizados, confortáveis e esteticamente agradáveis.

Entretanto, enquanto os AT mostram sucesso na manipulação de mordidas profundas na correção de uma discrepância de Classe II esquelética, a literatura carece de evidências substanciais em relação ao tratamento de mordida cruzada posterior, mordida aberta e diastemas leves a moderados com esta tecnologia. [36, 37] Isso sugere a necessidade de uma exploração mais profunda das capacidades e limitações dos AT.

Ao abordar o controle de ancoragem pode-se afirmar que preservá-la é crucial na correção da Classe II para evitar movimentos indesejados dos dentes posteriores. Os AT utilizam vários mecanismos para alcançar o controle de ancoragem, como a colocação estratégica de acessórios e o design otimizado dos AT. Esses elementos ajudam a distribuir a força uniformemente, minimizando o risco de mesialização dos molares ou mudanças indesejadas na dentição posterior. [32, 38] Corrigir a má oclusão de Classe II frequentemente requer ajustes na relação interarco, especialmente na sobremordida. Os AT podem ser projetados para incorporar recursos como cortes de precisão, elásticos ou outros auxiliares para facilitar alterações na dimensão vertical e promover uma relação de mordida mais favorável.

[39] Embora os AT possam proporcionar movimento dentário, ele é menos eficaz que os aparelhos fixos. Isso sugere a necessidade de reconhecer os movimentos dentários que podem representar desafios de tratamento e identificar os casos que podem ser mais bem sucedidos com o uso de aparelhos ortodônticos fixos.

CONCLUSÃO

A correção de Classe II com AT em dentição mista destaca a importância de intervenções precoces, que podem manipular favoravelmente o desenvolvimento oclusal e estético durante períodos críticos de crescimento. A precisão dos movimentos dentários com AT varia, sendo mais eficaz em alguns movimentos, como a constrição lingual, enquanto movimentos como extrusão dos incisivos e rotação de caninos mostram menor precisão.

O tratamento de Classe II com AT em pacientes sem extração mostrou melhorias significativas na distalização dos molares maxilares. A necessidade de refinamentos durante o tratamento de Classe II com AT, como a correção de mordidas abertas posteriores, destaca a importância de acessórios adicionais como mini-implantes, botões e elásticos para otimizar os resultados. Para pacientes com necessidade de extração, os AT podem ser adaptados com estratégias específicas para melhorar a retenção e desempenho mecânico, utilizando diferentes formas de controle de ancoragem. Mais estudos são necessários para guiar condutas clínicas com mais precisão.

REFERÊNCIAS

1. Alhammadi MS, Halboub E, Fayed MS, Labib A, El-Saaidi C. Global distribution of malocclusion traits: A systematic review. *Dental Press J Orthod.* 2018 Nov-Dec;23(6):40.e1-40.e10. doi: 10.1590/2177-6709.23.6.40.e1-10.onl. Erratum in: *Dental Press J Orthod.* 2019 Aug 01;24(3):113.
2. Silva E, Pinho S, Meloti F. *Sistemas Ertty – Ortodontia | DTM | Oclusão.* . Maringá: Dental Press; 2011.
3. Schupp W, Haubrich J, Neumann I. Class II correction with the Invisalign system. *J Clin Orthod.* 2010 Jan;44(1):28-35

4. Walton DK, Fields HW, Johnston WM, Rosenstiel SF, Firestone AR, Christensen JC. Orthodontic appliance preferences of children and adolescents. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010 Dec;138(6):698.e1-12; discussion 698-9.
5. Fujiyama K, Honjo T, Suzuki M, Matsuoka S, Deguchi T. Analysis of pain level in cases treated with Invisalign aligner: comparison with fixed edgewise appliance therapy. *Prog Orthod.* 2014 Nov 22;15(1):64.
6. Weir T. Clear aligners in orthodontic treatment. *Aust Dent J.* 2017 Mar;62 Suppl 1:58-62.
7. Upadhyay M, Arqub SA. Biomechanics of clear aligners: hidden truths & first principles. *J World Fed Orthod.* 2022 Feb;11(1):12-21.
8. Jiang T, Wu RY, Wang JK, Wang HH, Tang GH. Clear aligners for maxillary anterior en masse retraction: a 3D finite element study. *Sci Rep.* 2020 Jun 23;10(1):10156.
9. Proffit WR, H Fields. *Contemporary Orthodontics-E-Book: Contemporary Orthodontics-E-Book2012*: Elsevier Health Sciences.
10. Alkofide EA. The shape and size of the sella turcica in skeletal Class I, Class II, and Class III Saudi subjects. *Eur J Orthod.* 2007 Oct;29(5):457-63.
11. Angle EH. Classification of malocclusion. *Dent. Cosm.* 1899 (5):324-63.
12. Bishara, S.E. Class II malocclusions: diagnostic and clinical considerations with and without treatment. in *Semin. Orthod.*. 2006 10(1):1015. Elsevier.
13. King GJ, Keeling SD, Hocevar RA, Wheeler TT. The timing of treatment for Class II malocclusions in children: a literature review. *Angle Orthod.* 1990 Summer;60(2):87- 97.
14. Patterson BD, Foley PF, Ueno H, Mason SA, Schneider PP, Kim KB. Class II malocclusion correction with Invisalign: Is it possible? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2021 Jan;159(1):e41-e48.
15. Pinho T, Rocha D, Ribeiro S, Monteiro F, Pascoal S, Azevedo R. Interceptive Treatment with Invisalign® First in Moderate and Severe Cases: A Case Series. *Children (Basel).* 2022 Aug 5;9(8):1176.
16. Blevins R. Phase I orthodontic treatment using Invisalign First. *J Clin Orthod.* 2019 Feb;53(2):73-83.
17. Abraham KK, James AR, Thenumkal E, Emmatty T. Correction of anterior crossbite using modified transparent aligners: An esthetic approach. *Contemp Clin Dent.* 2016 Jul-Sep;7(3):394-7.
18. Haubrich, J. and W. Schupp, Invisalign treatment in early years to avoid potential extraction treatments. *J. Align. Orthod.* 2018;2(1):39-52.

19. Levrini L, Carganico A, Abbate L. Maxillary expansion with clear aligners in the mixed dentition: A preliminary study with Invisalign® First system. *Eur J Paediatr Dent.* 2021 Jun;22(2):125-128.
20. Koukou M, Damanakis G, Tsolakis AI. Orthodontic Management of Skeletal Class II Malocclusion with the Invisalign Mandibular Advancement Feature Appliance: A Case Report and Review of the Literature. *Case Rep Dent.* 2022 May 13;2022:7095467.
21. Sabouni W, Hansa I, Al Ali SM, Adel SM, Vaid N. Invisalign treatment with mandibular advancement: A retrospective cohort cephalometric appraisal. *J Clin Imaging Sci.* 2022 Jul 29;12:42.
22. Kravitz ND, Kusnoto B, BeGole E, Obrez A, Agran B. How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009 Jan;135(1):27-35.
23. Haouili N, Kravitz ND, Vaid NR, Ferguson DJ, Makki L. Has Invisalign improved? A prospective follow-up study on the efficacy of tooth movement with Invisalign. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2020 Sep;158(3):420-425.
24. Simon M, Keilig L, Schwarze J, Jung BA, Bourauel C. Treatment outcome and efficacy of an aligner technique--regarding incisor torque, premolar derotation and molar distalization. *BMC Oral Health.* 2014 Jun 11;14:68.
25. Charalampakis O, Iliadi A, Ueno H, Oliver DR, Kim KB. Accuracy of clear aligners: A retrospective study of patients who needed refinement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2018 Jul;154(1):47-54
26. Taffarel IA, Gasparello GG, Mota-Júnior SL, Pithon MM, Taffarel IP, Meira TM, Tanaka OM. Distalization of maxillary molars with Invisalign aligners in nonextraction patients with Class II malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2022 Oct;162(4):e176-e182.
27. Murphy SJ, Lee S, Scharm JC, Kim S, Amin AA, Wu TH, Lu WE, Ni A, Ko CC, Fields HW, Deguchi T. Comparison of maxillary anterior tooth movement between Invisalign and fixed appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2023 Jul;164(1):24-33. doi: 10.1016/j.ajodo.2022.10.024. Epub 2023 Feb 15.
28. Ren L, Liu L, Wu Z, Shan D, Pu L, Gao Y, Tang Z, Li X, Jian F, Wang Y, Long H, Lai W. The predictability of orthodontic tooth movements through clear aligner among first-premolar extraction patients: a multivariate analysis. *Prog Orthod.* 2022 Dec 30;23(1):52
29. Jena AK, Mohapatra M, Sharan J, Patro BK. Temporary deterioration of oral health-related quality of life (OHRQoL) in nonextraction and extraction modalities of comprehensive orthodontic treatment in adolescents. *Angle Orthod.* 2020 Jul 1;90(4):578-586.
30. Nucera R, Dolci C, Bellocchio AM, Costa S, Barbera S, Rustico L, Farronato M, Militi

- A, Portelli M. Effects of Composite Attachments on Orthodontic Clear Aligners Therapy: A Systematic Review. *Materials (Basel)*. 2022 Jan 11;15(2):533.
31. Singh JR, Kambalyal P, Jain M, Khandelwal P. Revolution in Orthodontics: Finite element analysis. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2016 Mar-Apr;6(2):110-4.
 32. Ren L, Liu L, Wu Z, Shan D, Pu L, Gao Y, Tang Z, Li X, Jian F, Wang Y, Long H, Lai W. The predictability of orthodontic tooth movements through clear aligner among first-premolar extraction patients: a multivariate analysis. *Prog Orthod*. 2022 Dec 30;23(1):52.
 33. Liu TC, Chang CH, Wong TY, Liu JK. Finite element analysis of miniscrew implants used for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2012 Apr;141(4):468-76.
 34. Liu L, Song Q, Zhou J, Kuang Q, Yan X, Zhang X, Shan Y, Li X, Long H, Lai W. The effects of aligner overtreatment on torque control and intrusion of incisors for anterior retraction with clear aligners: A finite-element study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2022 Jul;162(1):33-41
 35. Dai FF, Xu TM, Shu G. Comparison of achieved and predicted tooth movement of maxillary first molars and central incisors: First premolar extraction treatment with Invisalign. *Angle Orthod*. 2019 Sep;89(5):679-687. doi: 10.2319/090418-646.1. Epub 2019 Mar 28
 36. Galan-Lopez L, Barcia-Gonzalez J, Plasencia E. A systematic review of the accuracy and efficiency of dental movements with Invisalign®. *Korean J Orthod*. 2019 May;49(3):140-149. doi: 10.4041/kjod.2019.49.3.140. Epub 2019 May 21.
 37. Robertson L, Kaur H, Fagundes NCF, Romanyk D, Major P, Flores Mir C. Effectiveness of clear aligner therapy for orthodontic treatment: A systematic review. *Orthod Craniofac Res*. 2020 May;23(2):133-142.
 38. Auladell A, De La Iglesia F, Quevedo O, Walter A, Puigdollers A. The efficiency of molar distalization using clear aligners and mini-implants: Two clinical cases. *Int Orthod*. 2022 Mar;20(1):100604.
 39. Jiang T, Wu RY, Wang JK, Wang HH, Tang GH. Clear aligners for maxillary anterior en masse retraction: a 3D finite element study. *Sci Rep*. 2020 Jun 23;10(1):10156.